

55005

Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf für eine flüssigkeitgekühlte Mehrzylinder-Brennkraftmaschine, mit zumindest einem Einlass- und zumindest einem Auslasskanal pro Zylinder, mit einer an ein Feuerdeck grenzenden Kühlraumanordnung, welche durch ein im Wesentlichen parallel zum Feuerdeck ausgebildetes Zwischendeck in einen feuerdeckseitigen unteren Teilkühlraum und einen an diesen in Richtung der Zylinderachse anschließenden oberen Teilkühlraum unterteilt ist, wobei unterer und oberer Teilkühlraum durch zumindest eine Hauptüberströmöffnung pro Zylinder im Bereich einer Seitenwand des Zylinderkopfes sowie zumindest eine Nebenüberströmöffnung im Bereich einer Aufnahmeöffnung für eine, vorzugsweise zentrale, Kraftstoffeinspritzeinrichtung miteinander strömungsverbunden sind, und wobei in den unteren Teilkühlraum zumindest eine Zuflussöffnung pro Zylinder für das Kühlmittel einmündet und vom oberen Teilkühlraum zumindest eine Abflussöffnung für das Kühlmittel ausgeht, wobei jedem Zylinder ein unterer Teilkühlraum zugeordnet ist und die unteren Teilkühlräume zumindest zweier benachbarter Zylinder durch eine Trennwand im Wesentlichen voneinander getrennt sind und im unteren Teilkühlraum das Kühlmittel im Wesentlichen quer zum Zylinderkopf strömt, und wobei sich der obere Teilkühlraum über zumindest zwei Zylinder erstreckt.

Insbesondere bei leistungsstarken Diesel-Brennkraftmaschinen mit hohem Wärmeeintrag reicht ein durchgehender Kühlraum für ein den Zylinderkopf in Längsrichtung durchströmendes Kühlmedium nicht aus, um eine ausreichende Kühlung des Feuerdecks zu gewährleisten. Mangelhafter Wärmeaustrag aus dem Zylinderkopf kann aber zu Verzugerscheinungen, Undichtheiten sowie zu Rissen führen.

Die AT 005 301 U1 beschreibt einen Zylinderkopf für mehrere Zylinder mit einem unteren und einem oberen Teilkühlraum, wobei im unteren Teilkühlraum das Kühlmittel im Wesentlichen quer zum Zylinderkopf strömt. Das Kühlmittel gelangt einerseits über einen ringförmigen Übertritt ins Einsatzrohr für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung, und andererseits über seitliche Überströmöffnungen im Bereich einer Seitenwand vom unteren Teilkühlraum in den oberen Teilkühlraum. Durch die Querstromkühlung im unteren Teilkühlraum kann eine gleichmäßige Kühlung der einzelnen Zylinder erreicht werden. Diese Anordnung hat allerdings den Nachteil, dass eine gezielte Kühlung von thermisch kritischen Bereichen, beispielsweise von den Ventilstegen zwischen zwei Auslassventilen nicht möglich ist, und thermisch hoch beanspruchte Bereiche nur ungenügend gekühlt werden können.

Aus der CH 614 995 A ist ein Einzelzylinder-Zylinderkopf für eine Diesel-Brennkraftmaschine bekannt, welcher einen feuerdeckseitigen unteren Teilkühlraum und einen oberen Teilkühlraum aufweist, wobei zwischen dem unteren und oberen Teilkühlraum eine Trennwand angeordnet ist. Die Kühlflüssigkeit wird einerseits über einen Speisestutzen ringförmigen Kühlkanälen um die Ventilsitze und andererseits dem unteren Teilkühlraum zugeführt. Von den Kühlkanälen um die Ventilsitze strömt die Kühlflüssigkeit in einen zentralen Ringraum, der eine Buchse für eine Kraftstoffzuführeinrichtung umgibt. Von dort strömt das Kühlmedium in den oberen Teilkühlraum. Auf diese Weise sollen Feuerdeck und Ventilsitze unabhängig voneinander gekühlt werden. Auch die DE 24 60 972 A1 offenbart einen Einzelzylinder-Zylinderkopf mit zwei übereinander angeordneten Kühlflüssigkeitsräumen, welche durch Öffnungen miteinander verbunden sind. Für einen Zylinderkopf für mehrere Zylinder einer Brennkraftmaschine sind diese Konstruktionen allerdings nicht geeignet.

Aus der US 4,304,199 A ist ein Zylinderkopf für mehrere Zylinder einer Diesel-Brennkraftmaschine bekannt, welcher einen durch eine Trennwand in einen unteren und einen oberen Teilkühlraum getrennten Kühlraum aufweist. Unterer und oberer Teilkühlraum sind über eine sichelförmige Öffnung, welche die Mündung einer Einspritzdüse in Umfangsrichtung teilweise umgibt, miteinander strömungsverbunden. Das Kühlmittel strömt über Zuflussöffnungen im Feuerdeck vom Zylinderblock in den unteren Teilkühlraum und von dort über die sichelförmigen Öffnungen weiter in den oberen Teilkühlraum. Der untere Teilkühlraum ist dabei für mehrere benachbarte Zylinder durchgehend ausgeführt, so dass zumindest teilweise auch eine Längsströmung entsteht. Insbesondere bei hohem Wärmeeintrag aus dem Brennraum kann aber auch hier ein ausreichender Wärmeaustrag nicht gewährleistet werden.

Aus der EP 1 126 152 A2 ist ein Zylinderkopf mit einem unteren und einem oberen Teilkühlraum bekannt, wobei der Strömungsübertritt zwischen unterem und oberem Teilkühlraum durch einen ringförmigen Spalt zwischen einer Einspritzdüsenmanschette und einem Zwischendeck gebildet wird, wobei der gesamte Kühlmittelstrom durch diesen Spalt strömt. Auch diese Anordnung hat den Nachteil, dass eine gezielte Kühlung von thermisch kritischen Bereichen, beispielsweise den Ventilstegen zwischen zwei Auslassventilen, nicht möglich ist und sogenannte "Hot Spots" nur ungenügend gekühlt werden.

Die JP 06-074041 A offenbart einen Zylinderkopf mit einem unteren und einem oberen Teilkühlraum und einer mittig angeordneten Einspritzdüsenmanschette. Direkt anschließend an die Einspritzdüsenmanschette weist das Zwischendeck eine Überströmöffnung im Bereich der Stege zwischen zwei Auslasskanälen auf. Das in den unteren Teilkühlraum vom Zylinder strömende Kühlmittel strömt ra-

dial in Richtung der Zylinderachse und über die einzige Überströmöffnung in den oberen Teilkühlraum, ähnlich wie bei der EP 1 126 152 A2. Im unteren Teilkühlraum ist keine dominante Querströmung ausgeprägt. Es wird zwar der Bereich zwischen den beiden Auslasskanälen gut gekühlt, andere thermisch hoch beanspruchte Bereiche hingegen, wie der Stegbereich zwischen Einlasskanälen und Einspritzeinrichtung, werden nur unzureichend gekühlt.

Aus der JP 2000-310157 A ist ein Zylinderkopf für eine Mehrzylinderbrennkraftmaschine mit einem Kühlraum bekannt, welcher sich um die Auslasskanäle und den Einspritzdüschacht erstreckt. Das Kühlmittel strömt über eine Kühlmittelbohrung aus dem Zylindergehäuse in einen unteren Kühlbereich des Kühlraumes und gelangt über einen zwischen Auslasskanal und Einspritzdüsenbulzen angeordneten Kühlkanal in einen oberen Kühlbereich des Kühlraumes. Der Kühlkanal ist nicht als Ausbuchtung einer Aufnahmeöffnung für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung ausgebildet. Die unteren Kühlbereiche zweier Zylinder sind weder durch eine Trennwand voneinander getrennt noch ist im unteren Kühlbereich eine ausgeprägte Querströmung des Kühlmittels ausgebildet. Auch werden thermisch hoch beanspruchte Bereiche etwa im Bereich der Stege zwischen den Gaswechselkanälen und der Einspritzeinrichtung im Bereich des Feuerdeckes nur unzureichend gekühlt.

Aufgabe der Erfindung ist es, auf möglichst einfache Weise bei einem Zylinderkopf der eingangs genannten Art, die Kühlung zu verbessern.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass zumindest eine Nebenüberströmöffnung als Ausbuchtung der Aufnahmeöffnung ausgebildet ist, und zumindest eine erste Nebenüberströmöffnung im Bereich zumindest eines Steges zwischen Einlasskanal und Aufnahmeöffnung und/oder zwischen Auslasskanal und Aufnahmeöffnung angeordnet ist. Dadurch wird eine gute Kühlung des Stegbereiches um die Aufnahmebohrung erzielt. Die Ausbuchtung wird vorteilhafterweise gusstechnisch hergestellt, wodurch sich eine einfache Fertigung ergibt. In einer bevorzugten Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass zumindest zwei als Ausbuchtungen der Aufnahmeöffnung ausgebildete Nebenüberströmöffnungen vorgesehen sind, wobei zumindest eine erste Nebenüberströmöffnung im Bereich des Steges zwischen dem Auslasskanal und der Aufnahmeöffnung und zumindest eine zweite Nebenüberströmöffnung im Bereich des Steges zwischen dem Einlasskanal und der Aufnahmeöffnung angeordnet ist. Dadurch können kritische Bereiche gezielt mit einem Teilkühlstrom beaufschlagt werden, so dass auch "Hot Spots" optimal mit Kühlmittel versorgt werden können. Eine sehr wirkungsvolle Kühlung lässt sich erzielen, wenn zumindest zwei Nebenüberströmöffnungen diametral bezüglich der Aufnahmeöffnung angeordnet sind.

Der Steg zwischen Auslasskanal und Aufnahmebohrung ist besonders hoher thermischer Belastung ausgesetzt. Dabei ist eine gute Wärmeabfuhr in diesem Bereich besonders wichtig. Um dies zu erreichen, ist vorgesehen, dass die erste Nebenüberströmöffnung einen größeren Strömungsquerschnitt als die zweite Nebenüberströmöffnung aufweist, wobei vorzugsweise der Strömungsquerschnitt der ersten Nebenüberströmöffnung etwa doppelt so groß ist wie der Strömungsquerschnitt der zweiten Nebenüberströmöffnung.

Wesentlich ist, dass Filmsieden in diesem Bereich auf jeden Fall vermieden wird. Filmsieden würde zu Ablagerungen führen, welche den Wärmeübergang verschlechtern würden. Um Filmsieden zu vermeiden, werden im Bereich des Steges zwischen Auslasskanal und Aufnahmebohrung hohe Strömungsgeschwindigkeiten angestrebt.

Eine gleichmäßige Kühlung des Feuerdeckes und eine optimale Kühlung der Bereiche der Stege zwischen den Ein- und Auslasskanälen lässt sich dadurch erreichen, dass durch die zumindest eine Nebenüberströmöffnung nur eine Teilmenge des Kühlmittels zwischen unterem und oberem Teilkühlraum, vorzugsweise etwa 20 bis 40% der gesamten unteren und oberen Teilkühlraum passierenden, Kühlmittelmenge übertritt. Um Filmsieden zu vermeiden, ist es dabei besonders vorteilhaft, wenn zwei Drittel des Durchflusses der Teilmenge über die erste und ein Drittel des Durchflusses der Teilmenge über die zweite Nebenüberströmöffnung vom unteren in den oberen Teilkühlraum übertritt.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 den erfindungsgemäßen Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie I-I in Fig. 2,
- Fig. 2 den Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie II-II in Fig. 1,
- Fig. 3 den Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie III-III in Fig. 1 und Fig. 4 den Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie IV-IV in Fig. 3.

Der einstückig für mehrere Zylinder A, B ausgebildete Zylinderkopf 1 weist eine an ein brennraumseitiges Feuerdeck 2 grenzende Kühlraumanordnung 3 auf, welche durch ein Zwischendeck 4 in einen feuerdeckseitigen unteren Teilkühlraum 5 und einen in Richtung der Zylinderachse 6 anschließenden oberen Teilkühlraum 7 unterteilt ist. Das Zwischendeck 4 weist pro Zylinder A, B zumindest eine Nebenüberströmöffnung 9a, 9b in der Nähe eines Einsatzrohres 10 auf, welches Einsatzrohr 10 der Aufnahme einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung 11 dient. Jede Nebenüberströmöffnung 9a, 9b ist als Ausbuchtung 20a, 20b der Aufnah-

meöffnung 20 für das Einsatzrohr 10 ausgebildet und in einfacher Weise gusstechnisch hergestellt. Die Ausbuchtungen können in der Lage und der Form an die thermodynamischen Erfordernisse angepasst werden. Dadurch kann das Kühlmittel gezielt den thermisch kritischen Bereichen zugeführt werden. Das Einsatzrohr 10 durchdringt die Aufnahmebohrung 20 des Zwischendeckes 4.

Zumindest eine Hauptübertrittsöffnung 22 pro Zylinder ist im Bereich einer Seitenwand 1b des Zylinderkopfes 1 – bezüglich der Motorlängsebene 23 gegenüberliegend zu den Zuflussöffnungen 13 – angeordnet. Um auch bei kippender Brennkraftmaschine ein Entlüften und Abströmen von Dampfblasen aus dem unteren Teilkühlraum 5 zu ermöglichen, ist pro Zylinder A, B zumindest eine Entlüftungsbohrung 8 zwischen der Motorlängsebene 23 und einer Seitenwand 1c des Zylinderkopfes 1, vorteilhafter Weise im Bereich einer die Zylinderachse 6 beinhaltenden Motorquerebene 18, angeordnet.

Eine optimale Kühlung der thermisch hoch beanspruchten Bereiche der Stege 30, 31 zwischen Einlasskanal 16 und der Kraftstoffeinspritzeinrichtung 11 einerseits und dem Auslasskanal 17 und der Kraftstoffeinspritzeinrichtung 11 andererseits wird erreicht, in dem die Nebenüberströmöffnungen 9a, 9b genau in diesen thermisch sensiblen Bereichen zwischen Einlass- und Auslasskanälen 16, 17 angeordnet sind. Eine erste Nebenüberströmöffnung 9a ist dabei im Bereich des Steges 31 zwischen Auslasskanal 17 und Aufnahmeöffnung 20, und eine zweite Nebenüberströmöffnung 9b im Bereich des Steges 30 zwischen Einlasskanal 16 und Aufnahmeöffnung 20 vorgesehen. Mit 16a, 16b sind die Einlassöffnungen, mit 17a, 17b die Auslassöffnungen bezeichnet.

Das Kühlmedium strömt durch Zuflussöffnungen 13 im Bereich der Seitenwand 1c des Zylinderkopfes 1 im Wesentlichen in Querrichtung entsprechend den Pfeilen S in den unteren Teilkühlraum 5 (Fig. 4). Dabei werden die Bereiche um die Ventilsitze 14 der Hubventile und um die Kraftstoffeinspritzeinrichtung 11 umströmt und optimal gekühlt. Vom unteren Teilkühlraum 5 gelangt das Kühlmittel über die Nebenüberströmöffnungen 9a, 9b und die Hauptüberströmöffnung 22 in der gegenüberliegenden Seitenwand 1b in den oberen Teilkühlraum 7 und durchströmt den für alle Zylinder A, B einheitlich durchgehend ausgebildeten oberen Teilkühlraum 7 in der Längsrichtung des Zylinderkopfes 1. Durch zumindest eine nicht weiter dargestellte Abflussöffnung verlässt das Kühlmittel wieder den Zylinderkopf 1. Die Abflussöffnung kann beispielsweise an einer Stirnseite des Zylinderkopfes 1 angeordnet sein. Alternativ dazu kann für den oberen Teilkühlraum 7 auch eine Sammelleiste für das austretende Kühlmittel vorgesehen sein.

Wie aus der Fig. 4 ersichtlich ist, sind die unteren Teilkühlräume 5 zweier benachbarter Zylinder A, B jeweils durch eine Trennwand 12 voneinander getrennt.

- 6 -

Die Trennwände 12 sind jeweils im Bereich einer Motorquerebene 1a im Zylinderkopf 1 angeordnet.

Die Nebenüberströmöffnungen 9a, 9b sind so dimensioniert, dass lediglich eine Teilmenge der Kühlmittelmenge zwischen 20% bis 40%, beispielsweise 30%, des gesamten Kühlmittelstromes pro Zylinder A, B durch diese Nebenüberströmöffnungen 9a, 9b strömt. Der Großteil des Kühlmittels gelangt somit über die Hauptüberströmöffnung 22 in den oberen Teilkühlraum 7. Dadurch wird im unteren Teilkühlraum 5 eine ausgeprägte Querströmung erzeugt und eine optimale Kühlung des Feuerdeckes 2 gewährleistet. Um Filmsieden im Bereich des Steges zwischen Auslasskanal und Aufnahmebohrung zu vermeiden, werden hier hohe Strömungsgeschwindigkeiten des Kühlmittels angestrebt, wobei vorteilhafterweise etwa zwei Drittel der Teilmenge des Kühlmittels durch die erste Nebenüberströmöffnung 9a und ein Drittel durch die zweite Nebenüberströmöffnung 9b strömen. Der Strömungsquerschnitt der ersten Nebenüberströmöffnung 9a ist dabei etwa doppelt so groß wie der Strömungsquerschnitt der zweiten Nebenüberströmöffnung 9b.

PATENTANSPRÜCHE

1. Zylinderkopf (1) für eine flüssigkeitgekühlte Mehrzylinder-Brennkraftmaschine, mit zumindest einem Einlass- und zumindest einem Auslasskanal (16, 17) pro Zylinder A, B), mit einer an ein Feuerdeck (2) grenzenden Kühlraumanordnung 3), welche durch ein im Wesentlichen parallel zum Feuerdeck (2) ausgebildetes Zwischendeck (4) in einen feuerdeckseitigen unteren Teilkühlraum (5) und einen an diesen in Richtung der Zylinderachse (6) anschließenden oberen Teilkühlraum (7) unterteilt ist, wobei unterer und oberer Teilkühlraum (5, 7) durch zumindest eine Hauptüberströmöffnung (22) pro Zylinder (A, B) im Bereich einer Seitenwand (1c) des Zylinderkopfes (1), sowie zumindest eine Nebenüberströmöffnung (9a, 9b) im Bereich einer Aufnahmeöffnung (20) für eine, vorzugsweise zentrale, Kraftstoffeinspritzeinrichtung (11) miteinander strömungsverbunden sind, und wobei in den unteren Teilkühlraum (5) zumindest eine Zuflussöffnung (13) pro Zylinder (A, B) für das Kühlmittel einmündet und vom oberen Teilkühlraum (7) zumindest eine Abflussöffnung für das Kühlmittel ausgeht, wobei jedem Zylinder (A, B) ein unterer Teilkühlraum (5) zugeordnet ist und die unteren Teilkühlräume (5) zumindest zweier benachbarter Zylinder (A, B) durch eine Trennwand (12) im Wesentlichen voneinander getrennt sind und im unteren Teilkühlraum (5) das Kühlmittel im Wesentlichen quer zum Zylinderkopf (1) strömt, und wobei sich der obere Teilkühlraum (7) über zumindest zwei Zylinder (A, B) erstreckt, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Nebenüberströmöffnung (9a, 9b) als Ausbuchtung (20a, 20b) der Aufnahmeöffnung (20) ausgebildet ist, und zumindest eine erste Nebenüberströmöffnung (9a, 9b) im Bereich zumindest eines Steges (30, 31) zwischen Einlasskanal (16) und Aufnahmeöffnung (20) und/oder zwischen Auslasskanal (17) und Aufnahmeöffnung (20) angeordnet ist.
2. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei als Ausbuchtungen (20a, 20b) der Aufnahmeöffnung (20) ausgebildete Nebenüberströmöffnungen (9a, 9b) vorgesehen sind, wobei zumindest eine erste Nebenüberströmöffnung (9a) im Bereich des Steges (31) zwischen dem Auslasskanal (17) und der Aufnahmeöffnung (20) und zumindest eine zweite Nebenüberströmöffnung (9b) im Bereich des Steges (30) zwischen dem Einlasskanal (16) und der Aufnahmeöffnung (20) angeordnet ist.
3. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Nebenüberströmöffnungen (9a, 9b) etwa diametral bezüglich der Aufnahmeöffnung (20) angeordnet sind.

- 8 -

4. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Nebenüberströmöffnung (9a) einen größeren Strömungsquerschnitt als die zweite Nebenüberströmöffnung (9b) aufweist.
5. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Strömungsquerschnitt der ersten Nebenüberströmöffnung (9a) etwa doppelt so groß ist wie der Strömungsquerschnitt der zweiten Nebenüberströmöffnung (9b).
6. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch die Nebenüberströmöffnung (9a, 9b) nur eine Teilmenge des Kühlmittels zwischen unterem und oberem Teilkühlraum (5, 7), vorzugsweise etwa 20% bis 40% der gesamten, unteren und oberen Teilkühlraum (5, 7) passierenden, Kühlmittelmenge übertritt.
7. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Drittel des Durchflusses der Teilmenge über die erste und ein Drittel des Durchflusses der Teilmenge über die zweite Nebenüberströmöffnung (9a, 9b) vom unteren in den oberen Teilkühlraum übertritt.
8. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nebenüberströmöffnungen (9a 9b) gegossen sind.

2003 10 24
Fu/Ka

ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf (1) für eine flüssigkeitgekühlte Mehrzylinder-Brennkraftmaschine, mit einer an ein Feuerdeck (2) grenzenden Kühlraumanordnung (3), welche durch ein im Wesentlichen parallel zum Feuerdeck (2) ausgebildetes Zwischendeck (4) in einen feuerdeckseitigen unteren Teilkühlraum (5) und einen an diesen in Richtung der Zylinderachse (6) anschließenden oberen Teilkühlraum (7) unterteilt ist, wobei unterer und oberer Teilkühlraum (5, 7) durch zumindest eine Hauptüberströmöffnung (22) pro Zylinder (A, B) im Bereich einer Seitenwand (1c) des Zylinderkopfes (1) sowie zumindest eine Nebenüberströmung (9a, 9b) im Bereich einer Aufnahmeöffnung (20) für eine, vorzugsweise zentrale, Kraftstoffeinspritzeinrichtung (11) miteinander strömungsverbunden sind.

Um die Kühlung zu verbessern, ist vorgesehen, dass zumindest eine Nebenüberströmöffnung (9a, 9b) als Ausbuchtung (20a, 20b) der Aufnahmeöffnung (20) ausgebildet ist, und zumindest eine erste Nebenüberströmöffnung (9a, 9b) im Bereich zumindest eines Steges (30, 31) zwischen Einlasskanal (16) und Aufnahmeöffnung (20) und/oder zwischen Auslasskanal (17) und Aufnahmeöffnung (20) angeordnet ist.

Fig. 1